

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE (MAGNET B) FOSFONATO DE CALCIO BORO  
EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD  
GREAK LAKES 659, EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**WILSON FIDEL LÓPEZ CARHUATANTA**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE (MAGNET B) FOSFONATO DE CALCIO BORO  
EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD  
GREAK LAKES 659, EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
WILSON FIDEL LOPEZ CARHUATANTA**

**TARAPOTO – PERÚ  
2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

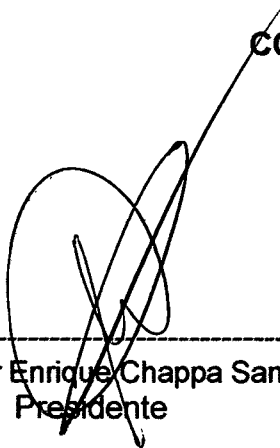
**TESIS**

**EFFECTO DE (MAGNET B) FOSFONATO DE CALCIO BORO  
EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD  
GREAK LAKES 659, EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

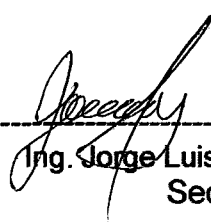
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL ALUMNO:  
WILSON FIDEL LOPEZ CARHUATANTA**

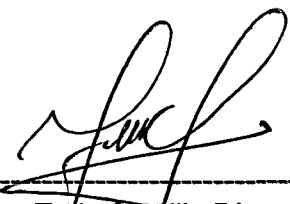
**COMITÉ DE TESIS**



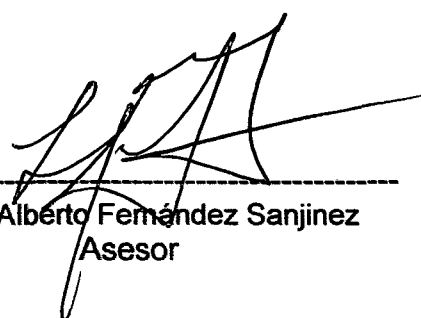
Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa María  
Presidente



Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera  
Secretario



Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz  
Miembro



Lic. Luis Alberto Fernández Sanjinez  
Asesor

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo con todo cariño y respeto a Dios por mantener a toda mi familia con salud y vida.*

*A mis queridos padres Román y Emérita que me dieron la vida y cuya persistencia me permitieron llegar hasta aquí. Gracias por su apoyo incondicional y confianza.*

*A mi esposa Naly Marilú: Por esos momentos agradables y difíciles que nos a tocado compartir juntos y en especial a mi hijo Franz Willy y Jimena Claribel.*

*A todos mis hermanos y familiares por los ánimos y consejos que me brindaron para ser un profesional con éxito y servir a la sociedad*

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios por demostrarnos tantas veces su existencia y con ello darnos fuerza para salir delante de cada tropiezo.
- A mis padres Román y Emérita por toda la ayuda incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera.
- A la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, en especial a la Facultad de Agronomía, su personal docente y administrativo.
- Al Lic. Luis Alberto Fernández Sanjinés, por su apoyo y asesoría en la realización del Trabajo de investigación.
- Al Ing. Jorge Luis Peláez Rivera, mis agradecimientos sinceros por sus conocimientos y asesoría técnica y brindarme todas las facilidades de realizar el presente trabajo de investigación en sus campos de producción “fundo el Pacífico”.
- Al Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa María por su apoyo durante la ejecución del proyecto de investigación.
- A la Ing. Manuela Panaifo Garazatua, mis agradecimientos sinceros porque con sus conocimientos, me brindó su apoyo durante la realización de este trabajo de investigación.
- Al Lic. Ecom. Jorge Luis Marchan Cuya, Director del INEI, mis agradecimientos por sus consejos y apoyo brindado durante el trabajo de investigación.
- A todos aquellos amigos que me brindaron su apoyo en la realización de esta investigación, hago extensivos mis más sinceros agradecimientos.

## INDICE

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
3.1 Cultivo de la lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.)	4
3.1.1 Origen	4
3.1.2 Clasificación taxonómica	4
3.1.3 Morfología	4
3.1.4 Fenología del cultivo	5
3.1.5 Fertilización y deficiencias nutricionales	6
3.1.6 Aplicación de riego	7
3.1.7 Variedades de lechugas	7
3.1.8 Contenido nutricional y principales usos	8
3.1.9 Requerimientos edafobioclimáticos	9
3.1.10 El fosfonato de calcio –boro	11
3.1.11 Paquetes tecnológicos realizados con variedades Great Rapids	13
3.1.12 Trabajos realizados con fosfonato	14
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
4.1 Materiales	17
4.1.1 Ubicación del campo experimental	17
4.1.2 Antecedentes del campo	17
4.1.3 Vías de acceso	18
4.1.4 Características edafoclimáticas	18
4.1.5 Componentes a estudiarse	19

4.2	Metodología	19
4.2.1	Diseño experimental	19
4.2.2	Tratamientos en estudio	20
4.3	Actividades desarrollados	21
4.3.1	Variables evaluadas	24
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
5.1.	Altura de planta	26
5.2.	Número de hojas por planta	27
5.3.	Diámetro del cuello de la planta	28
5.4.	Peso de la planta	29
5.5.	Rendimiento	30
5.6.	Análisis económico	31
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>40</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>41</b>
	<b>RESUMEN</b>	
	<b>SUMMARY</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## I. INTRODUCCIÓN

En la agricultura el manejo de la fertilización es de gran importancia sobre los cultivos, teniendo en cuenta el uso adecuado de los macro y micro nutrientes presentes en el suelo y requerido por los cultivos, debiendo ser todo esto necesariamente acompañado con una buena dotación de materia orgánica, para dar aporte nutricional y dinamismo en el suelo a los microorganismos. Con esta buena práctica estaremos presentando un producto de calidad al mercado.

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja; se consumen en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. La lechuga presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas.

Su origen no está claro, algunos autores afirman que procede de la India, mientras que otros la sitúan en las regiones templadas de Eurasia y Norteamérica, a partir de la especie *Lactuca serriola*. Su cultivo comenzó hace 2500 años, era una verdura conocida por los egipcios, persas, griegos y romanos. En la Edad Media su consumo descendió, pero volvió a adquirir importancia en el Renacimiento. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, mientras que las variedades acogolladas no se conocieron en Europa hasta el siglo XVI. Dos siglos más tarde se obtuvieron numerosas variedades, debidas principalmente a horticultores alemanes. En la actualidad la lechuga es una verdura que se cultiva al aire libre en las zonas templadas en todo el mundo y también en invernaderos (Aranceta y Pérez, 2006).



En el departamento de San Martín, específicamente en la provincia de Lamas, desde hace buen tiempo se viene fomentando el cultivo de la lechuga con la variedad Great Lakes 659, el mismo que en la actualidad presenta limitaciones con relación al manejo de cultivo, implicancia y constancia de la variabilidad del clima, cuyos valores de la temperatura media, precipitación total mensual y humedad relativa exceden a los rangos máximos y mínimos, los mismos que estimulan la aparición de plagas y enfermedades, floración prematura, conjuntamente a la formación de látex en los tejidos vasculares, lo cual afecta la calidad del producto cosechado, así como en su comercialización.

El efecto de los problemas descritos están acarreando problemas en la fisiología de la variedad Great Lakes 659 y por ende en el rendimiento del cultivo. Es posible que una de las causas sea el mal manejo de fertilización. Ante esta problemática hace necesario evaluar la aplicación de cuatro dosis de fosfonato de calcio-boro, para mejorar el rendimiento del cultivo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Determinar la dosis con mejor efecto del FOSFONATO DE CALCIO-BORO, en el desarrollo agronómico del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. "Great Lackes 659", en la provincia de Lamas.

### **2.2. Específicos**

Evaluar los efectos en los rendimientos del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) Var. "Great Lackes 659", con la aplicación de cuatro (4) dosis de fosfonato de calcio-boro, en la provincia de Lamas.

Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

##### 3.1.1 Origen

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, algunos autores afirman que procede de la India. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (Aranceta y Pérez, 2006).

##### 3.1.2 Clasificación taxonómica

Dirección de Agricultura (2002), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
Clase	: Angiosperma
Subclase	: Dycotiledoneae
Orden	: Campanulales
Familia	: Compositae
Género	: <i>Lactuca</i>
Especie	: <i>sativa</i> L.

##### 3.1.3 Morfología

Biblioteca de la Agricultura (2000), menciona que es una planta bianual, con hojas más o menos redondas y semillas provistas de vilano plumoso. Su

capacidad de germinación es de 4 – 5 días, Infoagro (2000), describe que la lechuga tiene:

- ❖ Raíz: Que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad.
- ❖ Hojas: Están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- ❖ Tallo: Es cilíndrico y ramificado, es comprimido y en este se ubican las hojas muy próximas entre sí, generando el hábito de roseta típico de la familia.
- ❖ Inflorescencia: Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- ❖ Semillas: Están provistas de un vilano plumoso.

#### **3.1.4 Fenología del cultivo**

Solórzano (1992), menciona que el cultivo de la lechuga en nuestra región bajo el sistema de transplante y siembra directa presenta la siguiente fenología:

Emergencia:	6 días en siembra directa
Transplante:	25 a 30 días después del almácigo
Cosecha:	60 a 80 días después del transplante 45 a 70 días en siembra directa
Producción de semillas:	120 días.

### **3.1.5 Fertilización y deficiencias nutricionales**

Solórzano (1992), dice que el 60 – 65 % de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas se debe de suspender al menos una semana antes de la recolección.

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/ m<sup>2</sup>, cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores.

La lechuga es una planta exigente en abono potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio; por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia.

Sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado, con el objeto de prevenir posibles fototoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

### 3.1.6 Aplicación de riego

Dirección de Agricultura (2002), menciona que existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20 %. Junta de Usuarios de Riego (2008), mencionan que la aplicación de agua en la región San Martín para el cultivo de hortalizas es de  $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ campaña}^{-1}$ .

### 3.1.7 Variedades de lechugas

Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos (Angulo, 2008):

- ❖ **Parris Island Cos** (Romana). Destaca especialmente por sus hojas crujientes y de sabor dulce, con una atractiva cabeza uniforme y grande y con un altura de 10 pulgadas, presenta hojas de color verde profundo exterior que protege el corazón de color blanco cremoso. El tipo de hoja es lisa, verde amarillenta. La madurez fisiológica se produce a los 70 – 75 días.
- ❖ **White Boston**. Tiene un porte de pequeño a mediano y las hojas son de un color verde mantecosa. La cosecha se realiza a los 70 – 80 días.
- ❖ **Alface veneranda** (Orgánica). Sus hojas son de un color verde claro, tolerante a la pudrición y temperaturas elevadas. La cosecha se produce a los 60 – 65 días.
- ❖ **Grand rapid**. De porte grande, no forma cogollo con hojas sueltas, tipo de planta recostada arrugada, la forma de la hoja es crespada, de un color verde claro. La cosecha se produce a los 70 – 80 días.

- ❖ **Great Lakes 659.** De tamaño mediano y cobertura foliar externa compacta, es tolerante a quemaduras de punta. con hojas atractivas y borde ligeramente rizados. La cosecha se produce a los 75 – 85 días dependiendo de las condiciones de crecimiento. Buen comportamiento de templado a templado cálido.

### **3.1.8 Contenido nutricional y principales usos**

Infoagro (2009) manifiesta que esta hortaliza se caracteriza por ser rica en calcio y fibra. Se utiliza en frescos, en ensaladas y como acompañante en diferentes platos de la cocina. Industrialmente se usa para la fabricación de cremas cosméticas. El aporte de calorías de esta hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica, teniendo las hojas exteriores más calidad de la misma frente a las interiores, también resulta una fuente importante de vitamina K, con lo que protege a la osteoporosis. Otras vitaminas que destacan en la lechuga son la A, E y ácido fólico. Esta compuesta en un 94 % de agua y aporta mucho potasio y fósforo

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías y rica en vitamina C, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C, que las interiores.

**Cuadro 1: Valor Nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia**

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: Infoagro, 2009.

### **3.1.9 Requerimientos edafobioclimáticos**

- ❖ **Temperatura.** La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 - 18 °C por el día y 5 - 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 – 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta – 6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Angulo, 2008).
- ❖ **Altitud.** Desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. No cultivar en zonas con problemas de heladas (Angulo, 2008).



- ❖ **Humedad relativa.** El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Angulo, 2008).
  
- ❖ **Suelo.** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (Angulo, 2008; Infoagro, 2009).

### **3.1.10 El fosfonato de Calcio-Boro**

Bionova Group - Perú (2012), a través de su producto comercial Magnet - B menciona que es un fosfonato de Calcio – Boro sistemático, miscible en agua que contiene Fósforo, Calcio y Boro.

Suplementa los requerimientos nutricionales de los cultivos tratados y estimula la producción radicular. Además de ser una fuente rica en los nutrientes antes mencionados, proporciona un efecto fitotónico sobre las plantas tratadas por la presencia del fósforo en forma de ión fosfito.

Tiene doble acción: actúa como fertilizante (aporta fósforo y calcio asimilables) y como fungistático (previene el ataque de enfermedades del grupo Oomycetos como Phythophthora, Pytium, Peronospora, Alternaria, etc).

Actúa como fungistático al estimular la producción de Fitoalexinas, que fortalecen y estimulan los mecanismos de autodefensa de la planta, especialmente en el tronco, cuello y raíz.

Es el resultado de la reacción química de compuestos de Fósforo y Calcio que promueven propiedades estimulantes como vigor de plantas, salud radicular y formación y cuajado de frutos. La formulación de Magnet – B, ha sido diseñada para mejorar su acción residual y reducir las variaciones de pH para prevenir fitotoxicidad.

Contiene: 380 gramos de Fosfonato de Calcio y Boro por Litro

### Compuestos del producto Magnet-B

- Ingredientes activos.....	p/p
- Anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ).....	19.00%
- Óxido de calcio.....	16.00%
- Boro.....	3.00%
- Agua y compuestos relacionados.....	62.00%

### Beneficios:

- Tiene doble acción: fertilizante y fungistático.
- Tiene doble sistema: acción acopétala y simpétala
- Es soluble en agua, por lo que se desplaza dentro de la planta, movilizandotambién elementos insolubles como el Fósforo y Calcio, que tradicionalmente son de lenta movilidad y de lenta absorción.
- Permite el uso simultáneo, en mezcla de tanque de elementos esenciales como Fósforo y Calcio, que normalmente son incompatibles entre sí.
- Promueve enraizamiento.
- Reduce la caída de frutos.
- Aumento de la producción.
- Corrige carencias de Fósforo, Calcio y Boro.
- Mejorar la calidad y consistencia de los frutos.
- Reduce la producción localizada de etileno dentro de la planta.
- Regula la asimilación de Potasio y Magnesio.

**3.1.11 Paquete tecnológico realizado con las variedades Great Rapids y Great Lakes 659 (UNA – La Molina, 2000).**

Tamaño de planta:	0.2 m
Diámetro:	0.3 m
Clima:	No tolera temperaturas mayores de 25 °C.
Tipo de siembra:	Directa
Trasplante:	plántula con tres hojas verdaderas mixta.
Cantidad de semillas:	0.5 – 0.6 Kg/ha
Semillas por gramo:	800 a 1000
Distanciamiento:	Entre plantas: 0.3 m, entre surcos: 0.8 m. hileras de planta por surco
Suelos:	Sueltos, ricos en materia, poco tolerante a la acidez, pH óptimo de 6.0 a 6.8.
Abonamiento y fertilización:	Aplicar materia orgánica a la preparación del terreno.  Aplicar 1/3 del nitrógeno después del desahije (siembra directa) o del deshierbo (trasplante) y el resto 20 días después.  Dosis: 120 -0 - 0
Riegos:	Ligeros y frecuentes, incluso durante la cosecha
Control de malezas:	Manual  De utilizarse herbicidas no selectivos con campanas de protección para las plantas,

	debe de evitarse el contacto de las personas con el producto.
Plagas:	Comedores de hojas Gusano de tierra Mosca minadora Mosquillas de los brotes Pulgones
Enfermedades:	Chupadera Floración prematura Mildeu Pudrición gris Virosis
Cosecha:	Cuando el repollo de hojas es consistente y no cede la presión de los dedos (lechuga de cabeza) o cuando las hojas han alcanzado su máximo desarrollo (lechuga de hojas) y son tiernas y suaves.
Periodo de cosecha:	Inicio: 60 – 80 días después de la siembra. Duración de 15 a 25 días
Rendimiento:	5,000 docenas/ha

### **3.1.12 Trabajos realizados con fosfonato**

Rojas (2013), nos comenta que el tratamiento T4 (1 kg. ha<sup>-1</sup>) de fosfonato de Ca) obtuvo los promedios más altos de rendimiento, peso de la planta y número de hojas por planta con 42.856,25 kg ha<sup>-1</sup>, 171,4 g y 16,4 hojas por

planta respectivamente. Siendo que el Tratamiento T0 (testigo) obtuvo los promedios más bajos con 17.081,25 kg. ha<sup>-1</sup>, 68,3 g de peso de la planta y 7,4 hojas por planta respectivamente en el cultivo de lechuga.

La evaluación del efecto de la aplicación de las dosis crecientes de Fosfonato de Ca (variable independiente) sobre número de hojas por planta, diámetro del cuello de la planta, peso de la planta y rendimiento describieron líneas de regresión lineal positiva y coeficientes de correlación entre 97,2 y 99,3 %.

Los tratamientos que recibieron aplicaciones del Fosfonato de Ca obtuvieron índices B/C superiores al obtenido por el Tratamiento T0 (Testigo). Siendo que el tratamiento T4 (1,0 kg.ha<sup>-1</sup>) obtuvo el mayor valor de B/C con 2,58 y un beneficio neto por ha de S/. 9.265,75 nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 (0,75 kg.ha<sup>-1</sup>), T2 (0,5 kg. ha<sup>-1</sup>), T1 (0,25 kg.ha<sup>-1</sup>) y T0 (Testigo) quienes obtuvieron valores de B/C de 2,34; 1,81; 1,03 y 0,15 y beneficios netos de S/.8.188,25; S/.6.029,25; S/.3.202,17 y S/. 449,62 nuevos soles respectivamente.

Panduro (2014), evaluó el efecto de 4 dosis de fosfonato de calcio –boro en el cultivo de ají Charapita (*capsicum frutesces* L.) en la localidad de Lamas cuyos resultados indica que el tratamiento T4 (1,0 l.ha<sup>-1</sup> de fosfonato de Calcio-Boro) reportó los mayores promedios con 37.814,3 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, 0,9 g de peso del fruto, 2514,0 frutos por planta, 3737,8 flor por planta, 31.4 cm de altura de planta.

El tratamiento T0 (testigo) alcanzó los menores promedios con 14.795,7 kg/ha<sup>-1</sup>) de rendimiento, 0,74 g de peso promedio del fruto, 1195,6 frutos por planta, 2964,3 flores por planta y 21,7 cm de altura de planta.es por planta, 31,4 cm de altura de planta.

El efecto de los tratamientos estudiados (Dosis de fosfonato de Calcio-Boro) sobre la altura de planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, peso del fruto y rendimiento definieron respuestas lineales positivas y relaciones de Correlación altas entre la variable independiente (Dosis de fosfonato de Calcio-Boro) y las variables dependientes indicadas.

Todos los tratamientos reportaron valores B/C superiores a 1. Siendo que el Tratamiento T4 (1,0 l.ha<sup>-1</sup> de fosfonato de Calcio-Boro) obtuvo el mayor valor B/C con 2,29 lo que le significó el mayor ingreso neto con S/. 12.769,08 nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de fosfonato de Calcio-Boro), T2 (0,5 l.ha<sup>-1</sup> de fosfonato de Calcio-Boro), T1 (0,25 l.ha<sup>-1</sup> de fosfonato de Calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes obtuvieron valores B/C de 2,12; 1,75; 1,59 y 1,2 con S/. 10.524,72; S/. 6.339,46; S/. 4.815,08 y S/. 1.500,47 nuevos soles respectivamente.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en el Fundo Hortícola "El Pacífico", de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el distrito y provincia de Lamas.

##### **a) Ubicación geográfica**

Latitud Sur	: 06°20'15"
Longitud Oeste	: 76°30'45"
Altitud	: 835 m.s.n.m.m.

##### **b) Ubicación política**

Fundo	: Pacífico
Provincia	: Lamas
Distrito	: Lamas
Región	: San Martín

#### **4.1.2 Antecedentes del campo**

En el Fundo Hortícola "El Pacífico", se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinticuatro años.



### 4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km desde la ciudad de Tarapoto.

### 4.1.4 Características edafoclimáticas

#### a. Características climáticas

Ecológicamente donde se ejecutó el trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por su Bosque Seco Tropical (bs-T), con una temperatura media anual de 22 °C, una precipitación total anual de 1,200 mm y una humedad relativa del 80 % (Holdridge, 1970).

**Cuadro 2: Datos meteorológicos**

Meses	Temperatura media mensual (°C)	Precipitación Total mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Agosto	23.2	120.5	84
Setiembre	24.3	72.7	82
Octubre	24.4	84.9	81
Total	71.9	278.1	247
Promedio	24	92.7	82

**Fuente: Estación CO "Lamas" – SENAMHI – San Martín (2013).**

#### b. Características edáficas

Se realizo toma de muestras de suelo para ser analizadas, la toma de muestra se realizo extrayendo el suelo en forma de zigzag.

#### **4.1.5 Componentes estudiados**

##### **a. Semilla vegetativa**

En el trabajo de investigación se utilizó semilla de lechuga de la variedad Great Lackes 659"

❖ Great Lackes 659

❖ Fosfonato de calcio boro

#### **4.2 Metodología**

##### **4.2.1 Diseño experimental**

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El procesamiento de datos se realizó utilizando el Software estadístico SPSS 19 para la significancia en el análisis de varianza a través del P-valor con probabilidades de  $P < 0,01$  y  $P < 0,05$  y la prueba de rangos múltiples de Duncan a una  $P < 0,5$  para los promedios de los tratamientos

Los componentes en estudio fue la variedad de lechuga Great Lackes 659, con cuatro dosis de fosfonato de calcio boro.

Componente A: Lechuga Great Lackes 659

Componente B: Dosis de fosfonato de calcio boro.

**A) Características del experimento: Cultivo: Lechuga variedad Great lackes 659**

### **Bloques**

Número de bloques : 04

### **Tratamientos**

Tratamientos por bloque : 05

Total de Tratamientos del experimento : 20

Largo de los Tratamientos : 4,50 m.

Ancho de los Tratamientos : 1,5m.

Área de cada Tratamiento : 6.75m<sup>2</sup>

### **Unidad experimental**

Número de Tratamientos : 20

Área total de Tratamientos : 6.75 m<sup>2</sup>

Área total : 135 m<sup>2</sup>

Distanciamiento entre planta : 0.20 m

Distanciamiento entre fila : 0.20 m

#### **4.2.2 Tratamientos en estudio**

Los tratamientos en estudiados son cuatro dosis de fosfonato de calcio, con cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales, la ejecución del experimento se llevó a cabo entre los meses de agosto del 2013 hasta finales del mes de octubre del 2013.

**Cuadro 2: Tratamientos estudiados**

<b>N° de tratamientos</b>	<b>dosis de fertilizante/ha</b>
<b>T0 ( testigo)</b>	Sin aplicación
<b>T1</b>	0,25 l.ha <sup>-1</sup> de fosfonato de calcio-boro
<b>T2</b>	0,50 l.ha <sup>-1</sup> de fosfonato de calcio-boro
<b>T3</b>	0,75 l.ha <sup>-1</sup> de fosfonato de calcio-boro
<b>T4</b>	1,00 l.ha <sup>-1</sup> de fosfonato de calcio-boro

#### **4.3 Actividades desarrollados**

##### **a) Muestreo de suelo**

El muestreo de suelo se realizó extrayendo suelo en forma de zig zag, luego se llevó al laboratorio de suelos de la UNSM-T, obteniendo el resultado siguiente:

El suelo presenta una textura franco arenoso arcilloso, con un pH de 6.48 de reacción ligeramente ácida, materia orgánica se encuentra en un nivel bajo de 1.33 %, el nitrógeno tiene un contenido bajo equivalente a 0.067%, el fósforo asimilable se encuentra en un nivel alto de 120 ppm, el potasio disponible se encuentra en un nivel alto de 375.52 ppm. Los resultados descritos se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3: Características físicas y químicas del suelo**

PARAMET.	RESULTADOS	INTERPRETACION	METODO
TEXTURA		Franco Arena Arcillo Limoso	Hidrometro de Bouyoucos
ARENA	56%		
ARCILLA	32%		
LIMO	12%		
C.E	156	No hay problemas de sales	
Ph	6.48	Ligeramente acido	Potenciometro Suspensión del suelo- agua 1:2.5
M.O(%)	1.33	Bajo	Walcley y Black
N(%)	0.067	Bajo	
P (ppm)	120.00	Alto	Olsen Modificado Extraccion NaHCO <sub>3</sub> 0.5M;pH8.5 Fotometro
K (ppm)	375.52	Alto	Extraccion con Acetonato de Amonio 1N Absorcion
Ca	0.48	Muy bajo	
Mg	0.15	Muy bajo	

**Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2013).**

- b) Preparación del terreno.** Inicialmente se realizó el desmalezado, procediendo a eliminar las malezas y rastrojos del suelo con la ayuda de un machete y una palana, luego se procedió a remover el suelo con la mula mecánica.
- c) Demarcación del terreno.** En la demarcación del terreno se procedió delimitar el campo, luego se realizó la división en cuatro bloques con sus cinco respectivos tratamientos como se encuentra en croquis de campo experimental.

- d) **Siembra.** Se realizó el 05 de agosto del 2013, se procedió a la siembra de forma directa en terreno definitivo. A un distanciamiento entre filas de 0,20 m y 0,20 m, entre plantas.
- e) **Aplicación de fosfonato de calcio.** Las aplicaciones se realizaron cada 8 días a partir de la siembra (tres aplicaciones) esto se realizó foliarmente con el uso de una mochila de fumigación mecánica, de preferencia en horas de la tarde, y en las dosis determinadas.
- f) **Riegos.** se utilizó el riego por aspersión para una mejor la humedad del suelo, y cuando las condiciones ambientales lo ameriten.
- g) **Control fitosanitario.** El control de plagas y enfermedades se hizo en forma preventiva desde la siembra hasta la cosecha. Se aplico microorganismos benéficos y *Bacillus Turgencis* para el control de gusanos perforadores de hojas y cortadores de plántulas en campo definitivo; para el control fitopatológico se trabajó con los microorganismos benéficos.
- h) **Control de malezas.** La eliminación de malezas se hizo en forma manual de acuerdo a la incidencia.
- i) **Cosecha.** La cosecha se realizó a los 50-60 días aproximadamente después de la siembra cuando alcanzaron su madurez óptima de mercado.

#### **4.3.1 Variables evaluadas**

**a) Diámetro del cuello**

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando al azar las 10 plantas seleccionadas por tratamiento, la medida se tomó de la parte media del cuello, con la ayuda de un vernier.

**b) Numero de hojas por planta**

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, el conteo se realizó por cada planta.

**c) Longitud de planta**

Se efectuó tomando al azar las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó al momento de la cosecha, empleando una regla graduada, y se tomó desde la base de la cabeza de la lechuga.

**d) Peso de planta**

Se pesó las 10 plantas seleccionados al azar por cada tratamiento, para lo cual se empleó una balanza de precisión.

**e) Rendimiento en la producción en  $t \cdot ha^{-1}$**

Se pesó las 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, se usó una balanza de precisión, el resultado se convirtió a  $t/ha$ .

**f) Análisis económico**

Teniendo en cuenta el número de plantas cosechadas por hectárea se realizó el análisis económico a través de la relación beneficio costo.

$$\text{Beneficio bruto}$$
$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{-----}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$

$$\text{Beneficio neto}$$
$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{-----}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$



## V. RESULTADOS

### 5.1. Altura de planta

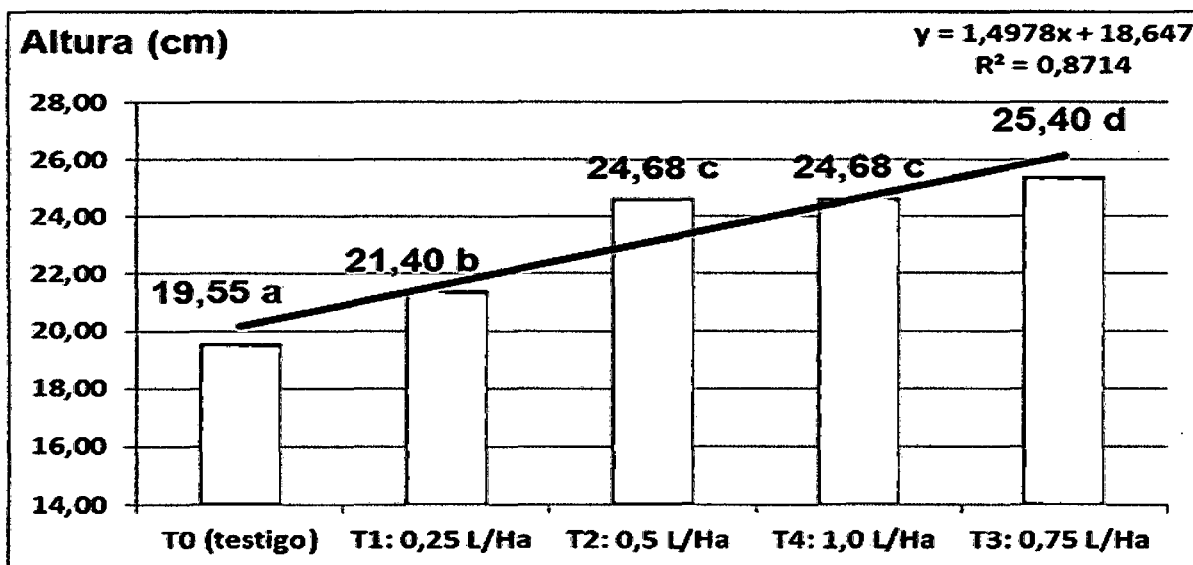
**Cuadro 4: Análisis de varianza para la Altura de planta en centímetros**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,597	3	0,199	1,548	0,253 N.S.
Tratamientos	102,974	4	25,743	200,167	0,000 **
Error Experimental	1,543	12	0,129		
Total	105,114	19			

C.V. = 1,94%

Promedio = 18,51

$R^2 = 98,5\%$



**Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para la altura de planta**

5.2. Número de hojas por planta

Cuadro 5: Análisis de varianza para el Número de hojas por planta (datos transformados por  $\sqrt{x}$ )

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,004	3	0,001	1,219	0,345 N.S.
Tratamientos	1,723	4	0,431	403,847	0,000 **
Error Experimental	0,013	12	0,001		
Total	1,740	19			

C.V. = 0,91%

Promedio = 3,46

$R^2 = 99,3\%$

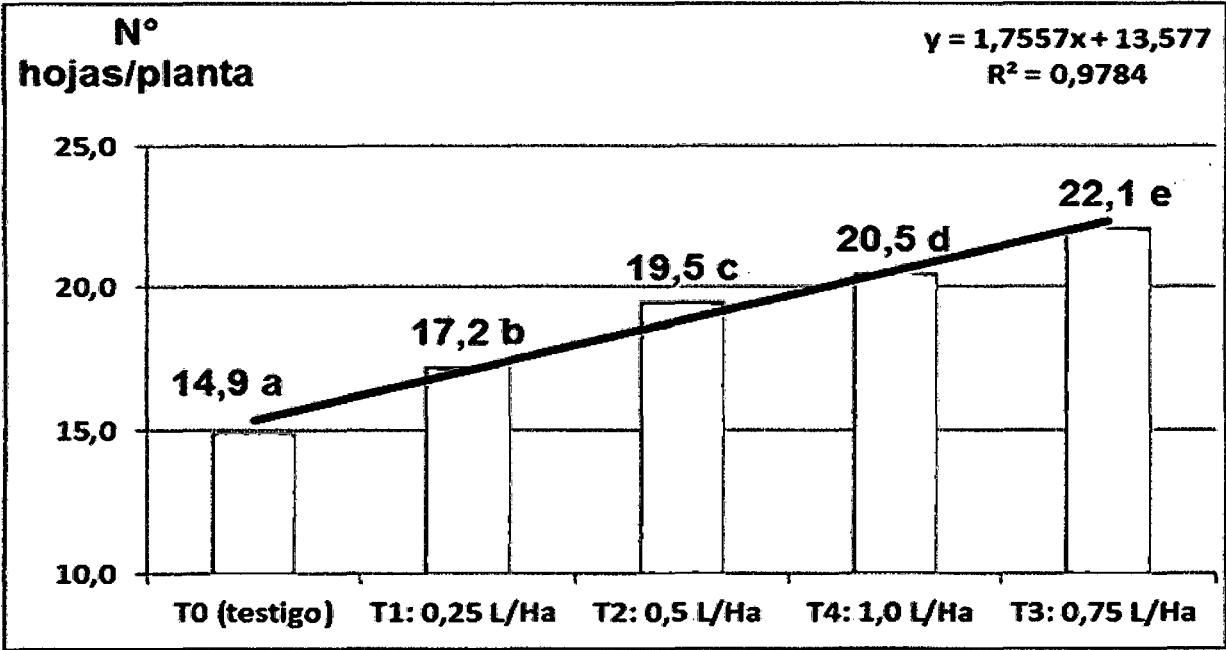


Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para el número de hojas por planta

5.3. Diámetro del cuello de la planta

Cuadro 6: Análisis de varianza para el Diámetro del cuello de la planta (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,003	3	0,001	0,952	0,447 N.S.
Tratamientos	0,159	4	0,040	35,262	0,000 **
Error Experimental	0,014	12	0,001		
Total	0,176	19			

C.V. = 3,9%

Promedio = 0,82

R<sup>2</sup> = 92,3%

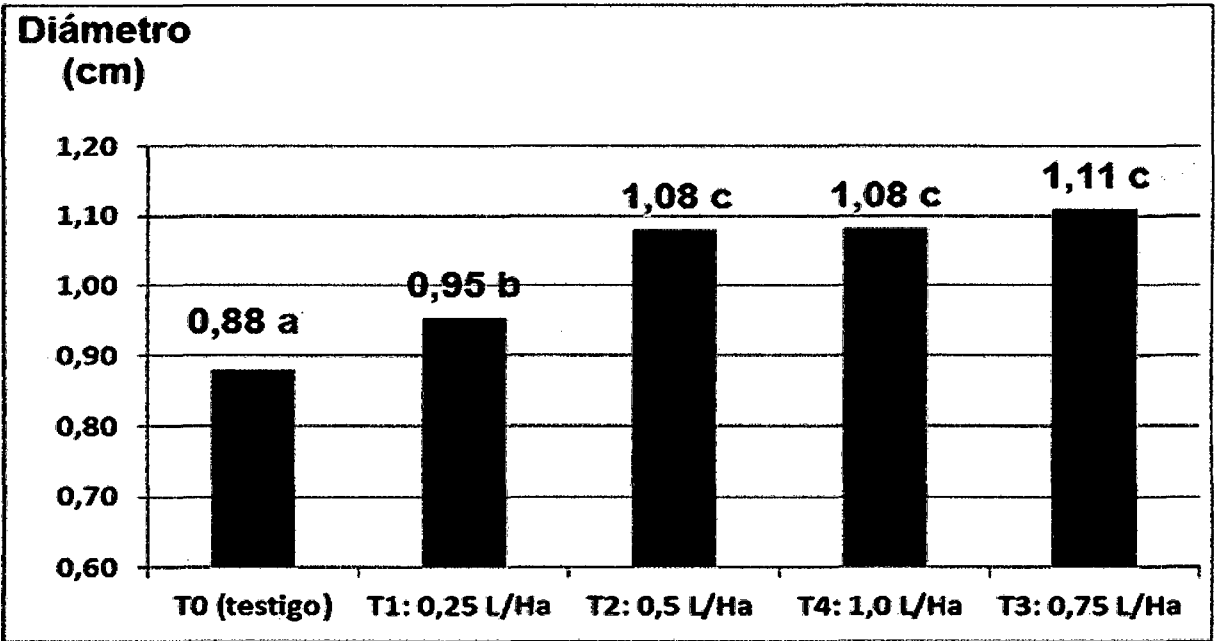


Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para el diámetro del cuello de la planta

5.4. Peso de la planta

Cuadro 7: Análisis de varianza para el Peso de la planta (g)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	4,800	3	1,600	0,236	0,869 N.S.
Tratamientos	4712,077	4	1178,019	173,939	0,000 **
Error Experimental	81,271	12	6,773		
Total	4798,148	19			

C.V. = 2,75%

Promedio = 94,47

R<sup>2</sup> = 98,3%

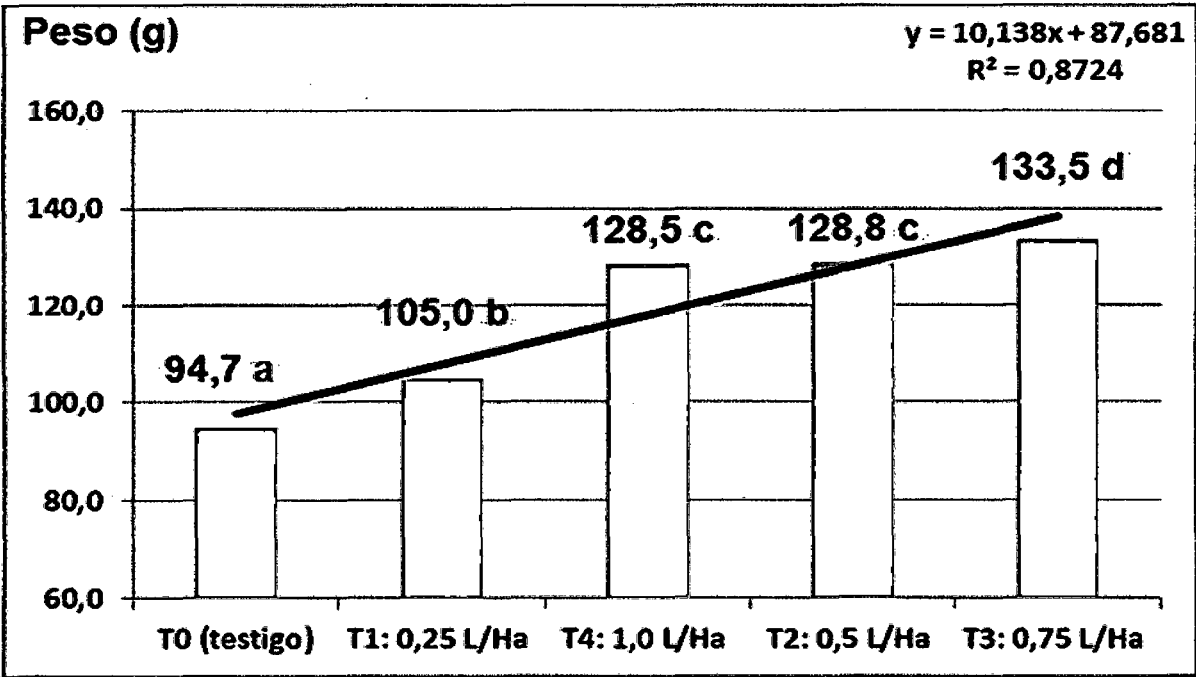


Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para el peso de la planta

5.5. Rendimiento

Cuadro 8: Análisis de varianza para el Rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	300377,650	3	100125,883	0,237	0,869 N.S.
Tratamientos	2,945E8	4	7,363E7	173,954	0,000 **
Error Experimental	5079019,099	12	423251,592		
Total	2,999E8	19			

C.V. = 2,8%

Promedio = 23618,6

R<sup>2</sup> = 98,3%

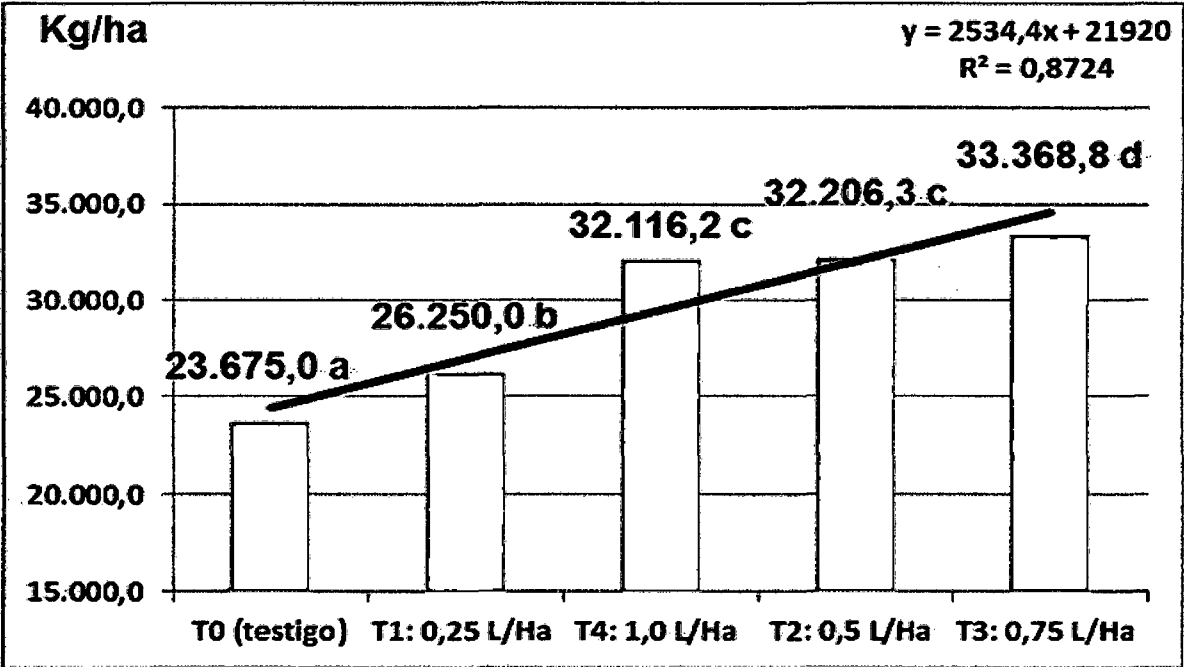


Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para rendimiento

## 5.6. Análisis económico

**Cuadro 9: Análisis económico de los tratamientos**

Trats	Rdto (kg.ha <sup>-1</sup> )	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
<b>T0 (Testigo)</b>	23.675,25	3096,50	0,25	5918,81	2822,31	0,91
<b>T1 (0,25 l/ha)</b>	26.520,00	3215,65	0,25	6630,00	3414,35	1,06
<b>T2 (0,5 l/ha)</b>	32.206,00	3345,62	0,25	8051,50	4705,88	1,41
<b>T3 (0,75 l/ha)</b>	33.368,80	3385,13	0,25	8342,20	4957,07	1,46
<b>T4 (1 l/ha)</b>	32.116,20	3376,32	0,25	8029,05	4652,73	1,38

## VI. DISCUSIONES

### 6.1. De la altura de planta

El análisis de varianza (cuadro 4) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 1,94% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo propuesto por Calzada (1982). El modelo a través del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en un 98,5% el efecto que han ejercido los tratamientos evaluados sobre la altura de planta.

La prueba de Duncan (gráfico 1) para los promedios de tratamientos a una  $P<0,05$  con los promedios ordenados de menor a mayor a detectado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) alcanzó el mayor promedio con 25,4 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T4 (1,0 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro), T2 (0,5 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) T1 (0,25 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 24,68cm, 24,68 cm, 21,4 cm y 19,55 cm de altura de planta respectivamente.

Las aplicaciones de Fosfonato Calcio-Boro ha manifestado sus efectos positivos al superar al tratamiento testigo (T0), además que la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato calcio-Boro ha definido una ecuación de la línea recta descrita por la ecuación  $Y=1,4978x + 18,647$  definiendo un incremento lineal positivo de la altura de planta en función del incremento de las dosis de Fosfonato calcio-Boro y cuyo Coeficiente de Correlación (R) entre la variable

independiente (Dosis de Fosfonato calcio-Boro) y la variable dependiente (altura de planta) fue de 93,35% y explicada en un 85,14% ( $R^2$ ).

Es importante destacar que si bien el incremento de las dosis de Fosfonato Calcio-Boro han descrito un incremento positivo en la altura de planta, este no ha sido secuencial cuando la dosis fue de 1,0 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro (T4), puesto que este no superó en su promedio al T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro), pudiéndosele atribuir este hecho a efectos o reacciones antagónicas o sinérgicas.

## **6.2. Del número de hojas por planta**

El análisis de varianza (cuadro 5) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 0,91% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo propuesto por Calzada (1982). El modelo a través del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en un 99,3% el efecto que han ejercido los tratamientos evaluados sobre el número de hojas por planta.

La prueba de Duncan (gráfico 2) para los promedios de tratamientos a una  $P < 0,05$  con los promedios ordenados de menor a mayor ha detectado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) alcanzó el mayor promedio con 22,1 hojas por planta, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T4 (1,0 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro), T2 (0,5 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) T1 (0,25 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes



alcanzaron promedios de 20,5 hojas, 19,5 hojas 17,2 hojas y 14,9 hojas por planta respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable, también estableció que las aplicaciones de Fosfonato Calcio-Boro ha manifestado sus efectos positivos al superar al tratamiento testigo (T0), además que la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato calcio-Boro ha definido una ecuación de la línea recta descrita por la ecuación  $Y=1,7557x + 13,577$  definiendo un incremento lineal positivo del número de hojas por planta en función del incremento de las dosis de Fosfonato calcio-Boro y cuyo Coeficiente de Correlación ( $r$ ) entre la variable independiente (Dosis de Fosfonato calcio-Boro) y la variable dependiente (número de hojas por planta) fue de 98,9% y explicada en un 97,84% ( $R^2$ ).

Al parecer el hecho de que la aplicación de  $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro (T4) no haya superado al promedio alcanzado por el tratamiento T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) también se haya debido a efectos o reacciones antagónicas o sinérgicas.

### **6.3. Del diámetro del cuello de la planta**

El análisis de varianza (cuadro 6) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 3,9% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo propuesto por Calzada (1982). El modelo a través del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en un 92,3% el efecto que han ejercido los tratamientos evaluados sobre el diámetro del cuello de la planta.

La prueba de Duncan (gráfico 3) para los promedios de tratamientos a una  $P < 0,05$  con los promedios ordenados de menor a mayor ha detectado la existencia de diferencias significativas, donde los tratamientos T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro), T4 ( $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) y T2 ( $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) con promedios estadísticamente iguales entre sí de 1,11 cm, 1,08 cm y 1,08 cm de diámetro del cuello de la planta superaron estadísticamente a los promedios alcanzados por el tratamiento T1 ( $0,25 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios 0,95 cm y 0,88 cm de diámetro del cuello de la planta respectivamente.

#### **6.4. Del peso de la planta**

El análisis de varianza (cuadro 7) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 2,75% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo propuesto por Calzada (1982). El modelo a través del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en un 98,3% el efecto que han ejercido los tratamientos evaluados sobre el peso de la planta.

La prueba de Duncan (gráfico 4) para los promedios de tratamientos a una  $P < 0,05$  con los promedios ordenados de menor a mayor ha detectado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) alcanzó el mayor promedio con 133,5 g de peso de la planta, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T2 ( $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro), T4 ( $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro), T1 ( $0,25 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes

alcanzaron promedios de 128,8 g, 128,5 g, 105,0 g y 94,7 g de peso de la planta respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable, también establecieron que las aplicaciones de Fosfonato Calcio-Boro ha ejercido efectos positivos al superar al tratamiento testigo (T0), además que la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato calcio-Boro ha definido una ecuación de la línea recta descrita por la ecuación  $Y=10,138x + 87,681$  definiendo un incremento lineal positivo del peso de la planta en función del incremento de las dosis de Fosfonato calcio-Boro y cuyo Coeficiente de Correlación (r) entre la variable independiente (Dosis de Fosfonato calcio-Boro) y la variable dependiente (peso de la planta) fue de 93,4% y explicada en un 87,24% ( $R^2$ ).

El hecho de que la aplicación de  $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro (T4) no haya superado al promedio alcanzado por los tratamientos T2 ( $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) y T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) se le puede atribuir a efectos o reacciones antagónicas o sinérgicas.

## **6.5. Del rendimiento**

El análisis de varianza (cuadro 8) determinó la existencia de diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 2,8% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo propuesto por Calzada (1982). El modelo a través del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica en un 98,3% el efecto que han ejercido los tratamientos evaluados sobre el rendimiento.

La prueba de Duncan (gráfico 5) para los promedios de tratamientos a una  $P < 0,05$  con los promedios ordenados de menor a mayor ha detectado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) alcanzó el mayor promedio con 33.368,8 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T2 (0,5 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro), T4 (1,0 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro), T1 (0,25 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 32.206,3 kg.ha<sup>-1</sup>, 32.116,2 kg.ha<sup>-1</sup>, 26.2500 kg.ha<sup>-1</sup> y 23.675,0 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable también establecieron que las aplicaciones de Fosfonato Calcio-Boro ha ejercido efectos positivos al superar al tratamiento testigo (T0), además que la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato calcio-Boro ha definido una ecuación de la línea recta descrita por la ecuación  $Y = 2534,4x + 21920$  definiendo un incremento lineal positivo del rendimiento en función del incremento de las dosis de Fosfonato calcio-Boro y cuyo Coeficiente de Correlación ( $r$ ) entre la variable independiente (Dosis de Fosfonato calcio-Boro) y la variable dependiente (rendimiento) fue de 93,4% y explicada en un 87,24% ( $R^2$ ).

El hecho de que la aplicación de 1,0 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro (T4) no haya superado al promedio alcanzado por los tratamientos T2 (0,5 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) y T3 (0,75 l.ha<sup>-1</sup> de Fosfonato calcio-Boro) se le puede atribuir a efectos o reacciones antagónicas o sinérgicas parece que en la aplicación del tratamiento T3, haya influencia en un equilibrio nutricional

repercutiva en un crecimiento y desarrollo integral en traducción en incremento del rendimiento.

#### **6.6. Del análisis económico**

El análisis económico de los tratamientos estudiados (cuadro 9), presenta los costos de producción y rendimiento por unidad de área y se pone en valor los resultados, considerándose el precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 0,25 nuevos soles es por kg de peso de lechuga.

Se puede apreciar que todos los tratamientos que recibieron aplicaciones del Fosfonato de calcio-boro, obtuvieron índices B/C superiores al obtenido por el Tratamiento T0 (Testigo). En general todos los tratamientos obtuvieron ingresos netos superiores a los egresos netos. Se demuestra el efecto de la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato de Ca-Bo. Donde el tratamiento T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$ ) obtuvo el mayor valor de B/C con 1,46 y un beneficio neto por ha de S/. 4.957,07 nuevos soles, seguido de los tratamientos T2 ( $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ ), T4 ( $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$ ), T1 ( $0,25 \text{ l.ha}^{-1}$ ) y T0 (Testigo) quienes alcanzaron valores B/C de 1,41; 1,38; 1,06 y 091 con beneficios neto de S/. 4.705,88; S/. 4.652,73; S/. 3.414,35 y S/. 2.822,31 nuevos soles respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1. El tratamiento T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro) alcanzó los mejores y mayores promedio con  $33.368,8 \text{ kg.ha}^{-1}$  de rendimiento,  $133,5 \text{ g}$  de peso de la planta,  $22,1$  hojas por planta y  $25,4 \text{ cm}$  de altura de planta superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los demás tratamientos.
- 7.2. El tratamiento T0 (testigo) obtuvo los menores promedios con  $23.675,0 \text{ kg.ha}^{-1}$  de rendimiento  $94,7 \text{ g}$  de peso de la planta  $14,9$  hojas por planta y  $19,55 \text{ cm}$  de altura de planta.
- 7.3. Las aplicaciones en incremento de Fosfonato Calcio-Boro ha manifestado un incremento lineal positivo sobre las variables dependientes (rendimiento, peso de la planta, número de hojas por planta y altura de planta) y relaciones de correlación altas sobre los 90%.
- 7.4. La aplicación de dosis crecientes de Fosfonato de Ca-Bo, han definido que el tratamiento T3 ( $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$ ) obtuvo el mayor valor de B/C con  $1,46$  y un beneficio neto por ha de S/.  $4.957,07$  nuevos soles, seguido de los tratamientos T2 ( $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ ), T4 ( $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$ ), T1 ( $0,25 \text{ l.ha}^{-1}$ ) y T0 (Testigo) quienes alcanzaron valores B/C de  $1,41$ ;  $1,38$ ;  $1,06$  y  $0,91$  con beneficios neto de S/.  $4.705,88$ ; S/.  $4.652,73$ ; S/.  $3.414,35$  y S/.  $2.822,31$  nuevos soles.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- 8.1.** Se recomienda la aplicación foliar de  $0,75 \text{ l.ha}^{-1}$  de Fosfonato calcio-Boro para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) Variedad GREAT LAKES 659, en el distrito de Lamas.
- 8.2.** Se recomienda realizar otros ensayos de Fosfonato calcio-Boro, en otras variedades de lechuga.
- 8.3.** Continuar con estos estudios y determinar a través de un análisis foliar el contenido nutricional del cultivo de lechuga.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Angulo, M.C.M. (2008). Producción de Lechuga.  
[www.monografias.com/.../producción-lechuga/produccion-lechuga2.shtml](http://www.monografias.com/.../producción-lechuga/produccion-lechuga2.shtml)
2. Aranceta, J y Pérez, C. (2006). Frutas, verduras y salud.  
[www.uylibros.com/verlibro.asp?xprod](http://www.uylibros.com/verlibro.asp?xprod).
3. Biblioteca de la Agricultura. (2000). "Horticultura". Edit. Lexus. Barcelona-España
4. Biblioteca de la Agricultura. (2000). "Horticultura" Edit. LEXUS. Barcelona
5. BIONOVO GROUP – PERU (2012). Saeta (fosfonato de calcio)
6. Dirección de Agricultura. (2002). "Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa*)".  
Ministerio de Asuntos campesinos y Agropecuarios "MACA" – Colombia.
7. Holdridge, H. I. (1970). Clave Ecológica del Perú. Zonas de vida. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Lima. Perú. 367 – 368 Págs.
8. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). (1997). Departamento de Puno. "Proyecto Agro Puno". Siembra de especies forrajeras con hidrosolventes de potasio.
9. Infoagro. (2000). "Cultivo de la Lechuga"
10. Infoagro. (2009). Agricultura. El cultivo de la lechuga. <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga/htm>.
11. Infoagro.(2009).[www.infoagro.com/.../1315\\_agricultura\\_constata\\_que\\_biosolarizacion\\_es\\_una\\_he.asp](http://www.infoagro.com/.../1315_agricultura_constata_que_biosolarizacion_es_una_he.asp) –
12. Panduro. (2014). "Efecto de cuatro Dosis de fosfonato de calcio-boro en el cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens*) en la localidad de Lamas".



13. Rojas Hidalgo L. (2013) Rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lakes 659, en la provincia de Lamas.
14. Solórzano, H. A. (1992). "Producción de hortalizas de hoja en Tarapoto". Separata de Olericultura. DAAP- UNSM-T – PERÚ.
15. Universidad Nacional Agraria "La Molina". (2000). Paquete Tecnológico de las lechugas, empleando las variedades Grand Rapids y Great Lakes 659.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación in titulado “Efecto de (Magnet B) de Fosfonato de calcio – boro en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*.L), variedad Great Lakes 659, en la Provincia de Lamas” tuvo como objetivos evaluar los efectos en los rendimientos del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con la aplicación de 4 dosis de fosfonato de calcio – boro en la Provincia de Lamas. El presente trabajo de investigación se realizó de Agosto a Octubre del 2012, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 bloques .Los resultados obtenidos indican que todas las variables estudiadas tuvieron una directa relación con el rendimiento. El tratamiento T3 ( $0.75 \text{ l/ha}^{-1}$ ) alcanzo el mayor promedio con  $33,368,8 \text{ Kg.ha}^{-1}$  en rendimiento y cual supero estadísticamente a los demás, seguido de los demás tratamientos T2( $0.5 \text{ Kg/ha}$ ) T4( $1.0 \text{ Kg/ha}$ ) T1 ( $0.25 \text{ Kg/ha}$ ) y T0 .Todos los tratamientos arrojaron índices B/C superiores a cero siendo el tratamiento T3 ( $0.75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Magnet B obtuvo la mejor relación B/C con 1.46 seguido del T2 ( $0.5 \text{ Kg/ ha}^{-1}$ ). de Magnet B el T4 ( $1.0 \text{ Kg/ha}^{-1}$ ) Magnet B , el T1 ( $0.25 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) de Magnet B y el T0 (testigo) con valores de 1,41, 1.38, 1.06 y 0.91 respectivamente. Estos resultados demuestran que el incremento de las dosis de Magnet B, repercutio directamente en el incremento del rendimiento en  $\text{Kg.ha}^{-1}$  y por ende en el incremento de la rentabilidad del cultivo de Lechuga.

Palabras clave: Lechuga, variedad, Great, Lakes Magnet B, fosfonato, calcio, boro.

## SUMMARY

The present investigation entitled "Effect of (Magnet B) of calcium phosphonate - boron in growing lettuce (*Lactuca sativa*.L), Great Lakes 659 range, in the Province of Lamas" The objective was to assess the effects on crop yields of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with application of 4 doses of calcium phosphonate - boron in the Province of Lamas. The present research was conducted from August to October 2012, the block design was completely randomized, with 5 treatments and 4 blocks .The results we obtained indicate that all the variables studied had a direct relationship with performance. The T3 (0.75 l / ha-1) treatment reached the highest average with Kg.ha 33,368,8-1 in which performance and statistically surpassed others, followed by other treatments T2 (0.5 Kg / ha) T4 (1.0 Kg / ha) T1 (0.25 Kg / ha) and T0 .All treatments yielded indices B / C above zero being the T3 (0.75 Kg.ha Magnet B-1 treatment had the best B / C with 1.46 followed by T2 (0.5 Kg / ha-1), T4 Magnet B (1.0 Kg / ha-1) Magnet B, the T1 (0.25 kg ha-1) of Magnet B and T0 (control) with values of 1.41, 1.38, 1.06 and 0.91 respectively. These results demonstrate that increasing the dose of Magnet B, repercuta directly into increased performance Kg.ha-1 and therefore in increasing the profitability of growing lettuce.

**Keywords:** Lettuce, variety, Great, Lakes Magnet B, phosphonate, calcium, boron

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Análisis Meteorológica de la provincia de Lamas de los meses  
agosto, setiembre y octubre de 2013**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Servicio Nacional de  
Meteorología e Hidrología  
del Perú

**INFORMACIÓN METEOROLÓGICA  
PARA: WILSON FIDEL LOPEZ CARHUATANTA  
SEGÚN PROFORMA N° 53-DR-9/2014**

**ESTACION: CO "LAMAS"**

Latitud : 06° 16'  
Longitud : 76° 42'  
Altura : 920 m.s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : LAMAS  
Distrito : LAMAS

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN (mm.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2013								120.5	72.7	84.9			278.1

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2013								23.2	24.3	24.4			24.0

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL EN %													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2013								84	82	81			82

**NOTA: LA PRESENTE INFORMACION METEOROLOGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPOSITO DE LA  
SOLICITUD QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL.**

Tarapoto, 17 de febrero del 2014



Ing. M.Sc. Felipe Huaman Solis  
DIRECTOR REGIONAL  
SENAMHI - SAN MARTIN

## Anexo 2: Costo de Producción por tratamiento

### T0 (Testigo)

Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>600.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	10	10	100.00
Removido del suelo	Jornal	10	20	200.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10	30	300.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>700.00</b>
Siembra	Jornal	10	10	100.00
Deshierbo	Jornal	10	10	100.00
Riego	Jornal	10	10	100.00
Aporque	Jornal	10	10	100.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	10	0	0.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	10	20	200.00
Estibadores	Jornal	10	10	100.00
<b>c. Insumos</b>				<b>70.00</b>
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca-Bo	Litro	65	0	0.00
<b>d. Materiales</b>				<b>1125.00</b>
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M <sup>3</sup>	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
<b>e. Transporte</b>	t	20	23.675	<b>473.50</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1300.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>130.00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1668.50</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3098.50</b>

**T1 (0,25 l/ha)**

<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo S/.</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>600.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	10	10	100.00
Removido del suelo	Jornal	10	20	200.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10	30	300.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>740.00</b>
Siembra	Jornal	10	10	100.00
Deshierbo	Jornal	10	10	100.00
Riego	Jornal	10	10	100.00
Aporque	Jornal	10	10	100.00
Aplicación de Abono Foliar y	Jornal	10	4	40.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	10	20	200.00
Estibadores	Jornal	10	10	100.00
<b>c. Insumos</b>				<b>86.25</b>
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.25	16.25
<b>d. Materiales</b>				<b>1125.00</b>
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M <sup>3</sup>	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
<b>e. Transporte</b>	t	20	26.520	<b>530.40</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1340.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>134.00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1741.65</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3215.65</b>

**T2 (0,5 l/ha)**

<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo S/.</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>600.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	10	10	100.00
Removido del suelo	Jornal	10	20	200.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10	30	300.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>740.00</b>
Siembra	Jornal	10	10	100.00
Deshierbo	Jornal	10	10	100.00
Riego	Jornal	10	10	100.00
Aporque	Jornal	10	10	100.00
Aplicación de Abono Foliar y	Jornal	10	4	40.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	10	20	200.00
Estibadores	Jornal	10	10	100.00
<b>c. Insumos</b>				<b>102.50</b>
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.5	32.50
<b>d. Materiales</b>				<b>1125.00</b>
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M <sup>3</sup>	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
<b>e. Transporte</b>	t	20	32.2060	<b>644.12</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1340.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>134.00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1871.62</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3345.62</b>



**T3 (0,75 l/ha)**

<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo S/.</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>600.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	10	10	100.00
Removido del suelo	Jornal	10	20	200.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10	30	300.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>740.00</b>
Siembra	Jornal	10	10	100.00
Deshierbo	Jornal	10	10	100.00
Riego	Jornal	10	10	100.00
Aporque	Jornal	10	10	100.00
Aplicación de Abono Foliar y	Jornal	10	4	40.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	10	20	200.00
Estibadores	Jornal	10	10	100.00
<b>c. Insumos</b>				<b>118.75</b>
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.75	48.75
<b>d. Materiales</b>				<b>1125.00</b>
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M <sup>3</sup>	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
<b>e. Transporte</b>	t	20	33.3688	<b>667.38</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1340.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>134.00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1911.13</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3385.13</b>

## T4 (1 l/ha)

Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>600.00</b>
Limpieza de campo	Jornal	10	10	100.00
Removido del suelo	Jornal	10	20	200.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10	30	300.00
<b>b. Mano de Obra</b>				<b>740.00</b>
Siembra	Jornal	10	10	100.00
Deshierbo	Jornal	10	10	100.00
Riego	Jornal	10	10	100.00
Aporque	Jornal	10	10	100.00
Aplicación de Abono Foliar y	Jornal	10	4	40.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	10	20	200.00
Estibadores	Jornal	10	10	100.00
<b>c. Insumos</b>				<b>135.00</b>
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	1	65.00
<b>d. Materiales</b>				<b>1125.00</b>
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M <sup>3</sup>	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
<b>e. Transporte</b>	t	20	32.1162	<b>642.32</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>1340.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>134.00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1902.32</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>3376.32</b>